



JURNAL TEKNIK ELEKTRO

ISSN 1907-1728

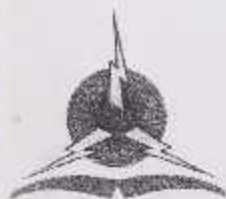
MEDIA ELEKTRIK

GAGASAN DAN HASIL PENELITIAN

MEDIA ELEKTRIK

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|
| MEDIA ELEKTRIK | VOLUME 4 | NOMOR 2 | HALAMAN 101 - 174 | Makassar Desember - 2009 | ISSN 1907-1728 |
|-------------------|-------------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|



MEDIA ELEKTRIK

GAGASAN DAN HASIL PENELITIAN

Vol 4, No. 2, Desember 2009

Terbit secara berkala setiap 6 bulan (Juni dan Desember)
Diterbitkan sejak Juni 2006 oleh Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar

Penanggung jawab: Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNM

Pemimpin Redaksi: Ruslan

Redaktur Pelaksana: Muhammad Yusuf Mappesse
Abdul Muis Mappalotteng
Alimuddin Sa'ban Miru
Mustari S. Lamada
Hasrul

Penyunting Ahli: Balza Achmad (UGM)
Roro Rosulindo (PolBan)
Muhammad Tola (UNHAS)
Salama Manjang (UNHAS)
Tajuddin (Poltek UP)
Awaluddin Tjalla (UNM)
Aminuddin Bakry (UNM)
Subaer (UNM)

Penyunting Pelaksana: Syahrul
Nasir Malik
Syamsurijal
Marsud Hamid
Riana T Mangesa
Harifudin
Al Imran
Firdaus

Tata Usaha: Zulhajji
Isnawaty Sjachrun

Redaksi menerima tulisan ilmiah dalam bidang teknik elektro berupa gagasan, pendidikan & pelatihan, hasil penelitian, aplikasi dan rekayasa.
Biaya berlangganan sebesar Rp 60.000,- (Pulau Sulawesi) dan Rp 70.000,- (Luar Pulau Sulawesi) Per tahun (biaya sudah termasuk ongkos kirim)

JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|
| MEDIA ELEKTRIK | VOLUME 4 | NOMOR 2 | HALAMAN 101 - 174 | Makassar Desember - 2009 | ISSN 1907-1728 |
|-------------------|-------------|------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| STUDI OPERASI EKONOMIS ANTARA UNIT-UNIT PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK DI PT. PLN (PERSERO) WILAYAH SULTANBATARA SEKTOR TELLO Al Imran | 101 |
| METODE PENGUKURAN DAN PENGUJIAN SISTEM PEMBUMIHAN INSTALASI LISTRIK Hasrul | 109 |
| IEC STANDAR 60076 LABORATORIUM SEBAGAI STANDAR UJI TRAFU DAYA TEGANGAN MENENGAH Marsud Hamid..... | 117 |
| PERBAIKAN KINERJA MOTOR INDUKSI TIGA FASE Muh. Nasir Malik..... | 133 |
| STUDI PERBANDINGAN ENKRIPSI MENGGUNAKAN ALGORITMA <i>IDEA</i> DAN <i>MMB</i> Mukhlisulfatih Latief | 141 |
| PEMODELAN <i>END-TO-END SNR</i> PADA DUAL-HOP TRANSMISI DENGAN MIXED MULTIPATH FADING CHANNEL Sirmayanti | 148 |
| SIMULASI KOMPUTER UNTUK RANGKAIAN LISTRIK PENGENDALI KECEPATAN MOTOR DC TERKENDALI JANGKAR MENGGUNAKAN TACHOMETER OPTIK Syamsu Yusuf | 154 |
| MONITORING SUHU BERBASIS WEB DENGAN KOMPONEN AJAX DAN MIKROKONTROLER AT89S51 Tasrif Hasanuddin..... | 158 |
| PEMILIHAN MARGIN DAYA REAKTIF UNTUK MENCEGAH TERJADINYA GAGAL TEGANGAN PADA SISTEM KELISTRIKAN Yunus Tjandl..... | 162 |
| ANALISIS KARAKTERISTIK TRAFIK <i>SOFT HANDOFF</i> PADA TELKOM FLEXI PARE-PARE Zulfajri Basri Hasanuddin..... | 168 |

PEMODELAN *END-TO-END* SNR PADA DUAL-HOP TRANSMISI DENGAN MIXED MULTIPATH FADING CHANNEL

Sirmayanti

Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik dua jenis model multipath fading channel berdasarkan analisis PDFnya; Distribusi Rayleigh dan Rician. Selanjutnya, dengan analisis ini dapat digunakan untuk mengetahui end-to-end instantaneous SNR pada dual-hop transmisi melalui sistem cooperative relay terhadap komunikasi T_x dan R_x . Dengan demikian pemodelan terhadap propagasi signal T_x - Relay - R_x melalui scenario fading yang berbeda pada masing-masing hop yaitu Rician fading pada hop pertama dan Rayleigh fading pada hop kedua, dan sebaliknya, dapat dilakukan. Melalui cooperative relay, Relay memberikan penguatan melalui fixed-gain relay G sehingga diperoleh nilai ekivalen SNR, γ_{eq} , antara link T_x - Relay dan Relay - R_x . Dengan demikian, distribusi eksponensial SNR pada masing-masing hop dapat menentukan nilai ekivalen end-to-end SNR pada R_x dengan mixed multipath fading channel yang digunakan.

Kata kunci : *Distribusi Rayleigh, Distribusi Rician, end-to-end SNR, fixed-gain, relay.*

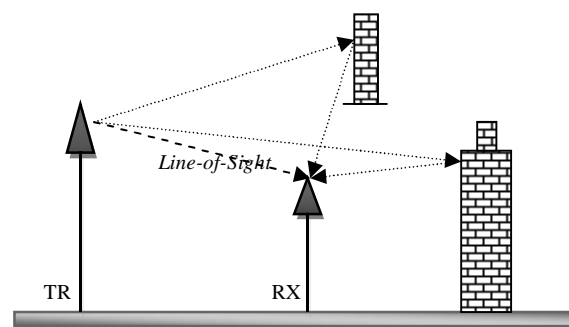
Propagasi gelombang radio melalui wireless channel merupakan suatu fenomena yang begitu komplisit dengan segala variasi efek yang diakibatkan seperti *multipath* dan *shadowing*.

Gambar 1 menunjukkan sebuah metode sistem transmisi komunikasi *multipath* yang mana terminal pemancar (T_x) mengirimkan signal informasi ke terminal penerima (R_x) melalui beberapa path dengan delay waktu yang berbeda. Dengan demikian, penerima akan menerima level signal yang berfluktuasi dari signal yang diterimanya. Peristiwa ini dikenal dengan fading. Fading dapat diklasifikasikan dalam *long term* fading dan *short term* fading [4]. *Long term* fading umumnya disebabkan oleh efek *shadowing* dan jarak antara terminal T_x dan R_x . Sedangkan *short term* fading umumnya disebabkan oleh propagasi *multipath* dari efek pantulan dari beberapa objek disekitar T_x dan R_x seperti bangunan gedung, jembatan, pegunungan, pepohonan, dan sebagainya.

Dalam tulisan ini, akan membahas mengenai analisa karakteristik end-to-end SNR pada dual hop transmisi dengan konsep relay system melalui model multipath fading channel yang digunakan yaitu Reyleigh dan Rician fading. Dalam simulasi ini, skenario yang digunakan

adalah mengamsusikan terdapatnya perbedaan fading pada masing-masing hop.

Rayleigh fading pada hop pertama (T_x - Relay) dan Rician fading pada hop kedua (Relay - R_x), dan sebaliknya. Kedua model ini umumnya mempertimbangkan variasi signal dari *short term* fading serta kondisi area propagasi.



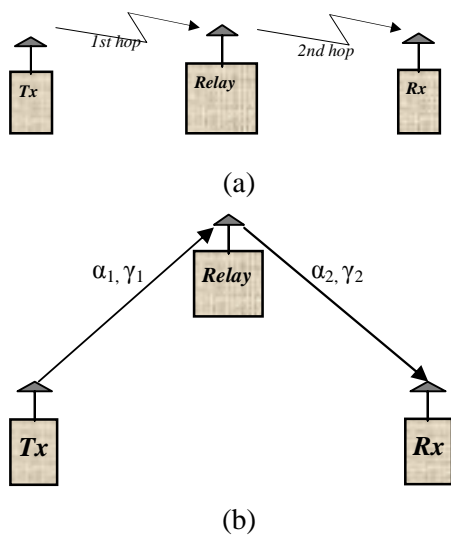
Gambar 1. Sistem transmisi propagasi multipath

Pemodelan fading channel dari propagasi gelombang radio ini dilakukan melalui analisis probability density function (PDF)-nya; $p_\alpha(\alpha)$ yaitu PDF pada fading amplitude α dan $p_\gamma(\gamma)$ yaitu PDF pada instantaneous *signal-to-noise power ratio* (SNR) *per symbol*.

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan dalam rangka unit kerja kelompok research bidang wireless communication system (WCS) Teknik Telkom Politeknik Negeri Ujung Pandang. Berbagai sumber bacaan dan artikel dijadikan sebagai sumber literatur untuk memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

1. Dual hop transmisi pada AF-fixed gain relay

Konsep dasar dual hop transmisi direalisasikan berdasarkan konsep co-operative relay antara terminal T_x dan R_x . Sebuah channel informasi terlebih dahulu terkirim dari terminal pengirim menuju terminal relay (1st hop) sebelum tiba pada terminal penerima (2nd hop).

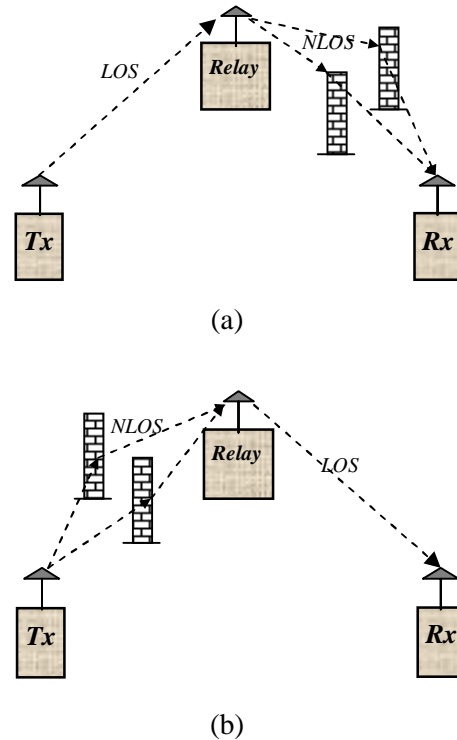


Gambar 2. Konsep dasar sistem co-operative relay (a) dual-hop transmisi (b) Link AF-Relay dengan fixed-gain

Gambar 2 (a) di atas menunjukkan konfigurasi network tiga-node terdiri atas T_x , Relay, dan R_x . Link pertama ($T_x - \text{Relay}$) dan link kedua ($\text{Relay} - R_x$) disebut sebagai link relay. Jika terminal pengirim tidak memiliki hubungan langsung ke terminal penerima maka signal informasi dari pengirim tidak dapat langsung dikirimkan ke penerima. Oleh karena itu, terminal pengirim dapat meneruskan informasi data tersebut melalui relay sebelum diteruskan ke penerima. Sedangkan, Gambar 2(b) menunjukkan proses pengiriman bit-channel informasi dari T_x menuju relay melalui konsep Amplify-and-Forward (AF) dengan menggunakan fixed-gain G

yang menetapkan nilai gain tetap sehingga menghasilkan variable instantaneous power signal yang bervariasi pada terminal relay. Parameter α dan γ menunjukkan amplitud fading dan signal to noise ratio (SNR) pada masing-masing hop.

Gambar berikut menunjukkan dua skenario yang akan digunakan dalam pemodelan ini.



Gambar 3. Skenario sistem pemodelan (a) LOS pada $T_x - \text{Relay}$ dengan distribusi Rician dan NLOS pada $\text{Relay} - R_x$ dengan distribusi Rayleigh (b) NLOS pada $T_x - \text{Relay}$ dengan distribusi Rayleigh dan LOS pada $\text{Relay} - R_x$ dengan distribusi Rician.

Gambar 3(a) dan (b) menunjukkan skenario pemodelan yang akan dianalisis dengan asumsi terdapatnya perbedaan channel fading model yang digunakan baik antara hop pertama dan hop kedua. Dalam hal ini bahwa jika terdapat line of sight (LOS) antara terminal pemancar dan penerima maka distribusi Rician akan digunakan, sebaliknya jika terdapat NLOS (Non LOS) pada kedua sisi terminal tersebut, maka distribusi Rayleigh akan digunakan.

Selama proses transmisi signal pada T_x ke R_x , fading dapat mempengaruhi level signal penerimaan pada R_x , signal tersebut akan termodulasi dengan amplitud fading α dan $p_\alpha(\alpha)$ yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pada saat propagasi berlangsung. Signal tersebut kemudian ditambahkan dengan additive white

Gaussian noise (AWGN) dimana diasumsikan menjadi statically independent terhadap amplitude fading α .

METODE

Dalam penelitian ini, beberapa tahapan penelitian dilakukan dalam pemodelan ini, yaitu:

- Pemodelan karakteristik distribusi Rayleigh
- Pemodelan karakteristik distribusi Rician
- PDF instantaneous end-to-end SNR melalui fixed-gain
- PDF instantaneous end-to-end SNR dengan mixed multipath fading channel

Secara umum, memperoleh PDF instantaneous SNR pada masin-masing hop ditentukan dengan $\gamma = \alpha^2 \frac{\varepsilon_i}{N_s}$. Selanjutnya, rata-rata SNR per symbol ditentukan pula dengan $\bar{\gamma} = \Omega \frac{\varepsilon_i}{N_s}$, dimana masing-masing $\Omega = \bar{\alpha}^2$ merupakan nilai mean-square and ε_i merupakan energy per symbol pada tiap hop ($i = 1, 2$). Sehingga dengan demikian diperoleh bahwa PDF $p_\gamma(\gamma)$ dapat diekspresikan dalam persamaan berikut,

$$p_\gamma(\gamma) = \frac{p_\alpha(\sqrt{\frac{\Omega\gamma}{\bar{\gamma}}})}{2\sqrt{\frac{\Omega\gamma}{\bar{\gamma}}}} \dots\dots\dots (1)$$

Dalam hal ini, telah disebutkan sebelumnya bahwa pada masing-masing fading channel perolehan PDF ditentukan melalui $p_\alpha(\alpha)$ yaitu PDF pada fading amplitude α dan $p_\gamma(\gamma)$ yaitu PDF pada instantaneous signal-to-noise power ratio (SNR) per symbol.

1. Rayleigh Model

Distribusi Rayleigh lebih umum digunakan untuk model propagasi multipath fading dimana tidak terdapatnya hubungan langsung LOS antara pemancar dan penerima. PDF pada amplitude channel fading α dapat ditentukan dengan:

$$p_\alpha(\alpha) = \frac{2\alpha}{\Omega} \exp\left(-\frac{\alpha^2}{\Omega}\right), \quad \alpha \geq 0 \dots (2)$$

Lebih lanjut lagi, dengan menggunakan analisa dari [4, Eq. (2.3)], maka PDF $p_\gamma(\gamma)$ dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

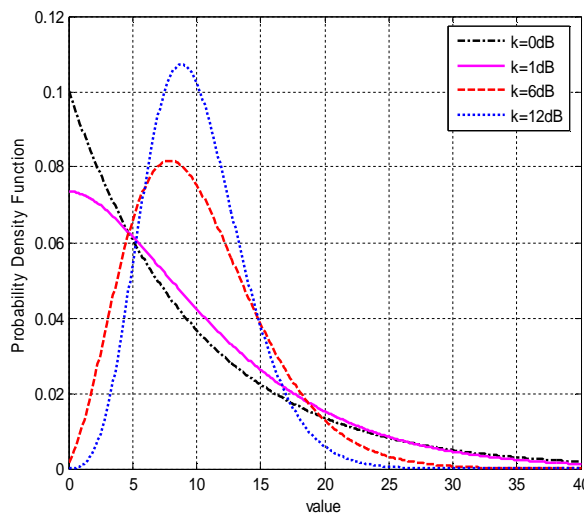
$$p_\gamma(\gamma) = \frac{1}{\bar{\gamma}} \exp\left(-\frac{\gamma}{\bar{\gamma}}\right), \quad \gamma \geq 0 \dots\dots\dots (3)$$

2. Rician Model

Model ini lebih sering digunakan pada model propagasi yang terdiri atas kondisi LOS yang kuat pada link pengirim dan penerima. Model ini lebih dikenal dengan Nakagami- n model [4].

Distribusi Rician dapat didefenisikan sebagai Rician faktor- K yaitu ratio antara level daya pada bagian LOS terhadap level daya scattered pada bagian indirect. Pada [3], dijelaskan bahwa K biasanya diekspresikan dalam bentuk *decibel* (dB). Umumnya variable nilai faktor- K baik pada area indoor maupun outdoor normalnya berada antara 0 hingga 12 dB. Jika K (dB) = $-\infty$, hal ini mengarah pada karakteristik distribusi Rayleigh. Sedangkan saat $K = \infty$, model ini disebut channel AWGN (tidak berfading).

Beragam nilai faktor- K untuk PDF distribusi Rician melalui instantaneous SNR per symbol pada channel diperlihatkan pada Gambar 4. Rician faktor- K divariasikan dari 0 dB, 1 dB, 6 dB dan 12 dB. Dapat dilihat pada gambar bahwa pada saat $K = 0$ ($-\infty$ dB), grafik menunjukkan pada karakteristik distribusi Rayleigh.



Gambar 4. PDF distribusi Rician dengan variasi faktor-K

PDF pada amplitudo fading α dapat dituliskan dengan persamaan [4, Eq. (2.15)]:

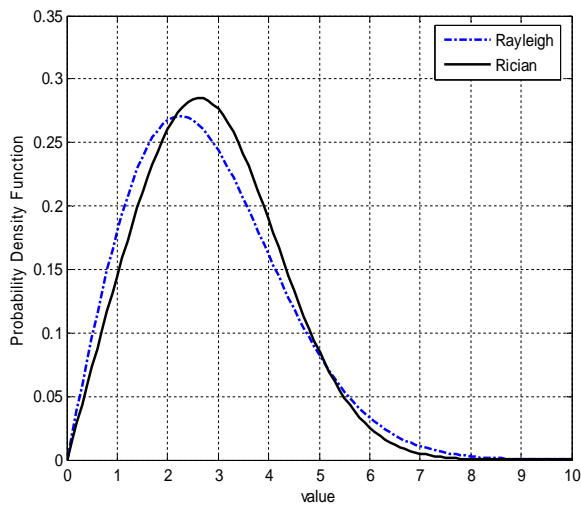
$$p_\alpha(\alpha) = \frac{2(1+n^2)e^{-n^2\alpha}}{\Omega} \exp\left[-\frac{(1+n^2)\alpha^2}{\Omega}\right] I_0\left[2n\alpha\sqrt{\frac{(1+n^2)}{\Omega}}\right] \quad (4)$$

dimana $I_0(\cdot)$ adalah zeroth-order modifikasi dari fungsi Bessel, sedangkan n merupakan parameter fading pada Nakagami- n dengan nilai antara 0

hingga ∞ yang mana berhubungan dengan Rician K -factor yaitu $K = n^2$.

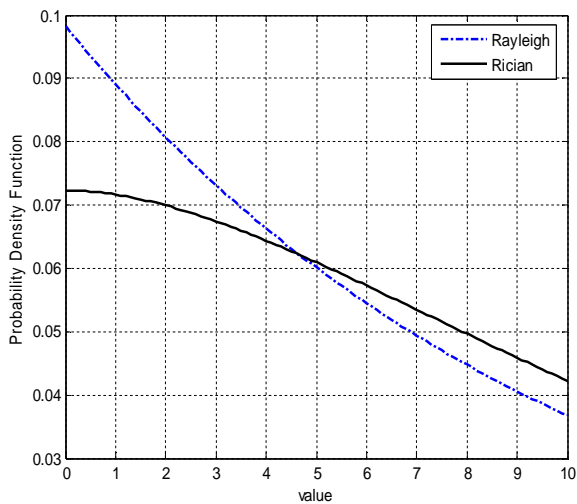
Gambar 5 berikut memgambarkan plotting PDF pada distribusi Rayleigh dan Rician dengan amplitude fading α . Rician faktor- K pada simulasi ini diatur pada nilai 1 dB.

Gambar 6 menampilkan PDF pada distribusi Rayleigh dan Rician berdasarkan SNR per symbol pada channel, γ , yang terdistribusi berdasarkan pada distribusi non-central *chi-square* yang ditentukan oleh persamaan (5)



Gambar 5. PDF pada distribusi Rayleigh dan Rician dengan channel amplitude fading.

$$p_{\gamma}(\gamma) = \frac{(1+n^2)e^{-n^2}}{\bar{\gamma}} \exp\left[-\frac{(1+n^2)\gamma}{\bar{\gamma}}\right] I_0\left[2n\sqrt{\frac{(1+n^2)\gamma}{\bar{\gamma}}}\right] \dots (5)$$



Gambar 6. PDF pada distribusi Rayleigh dan Rician oleh instantaneous SNR per symbol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Instantaneous End-to-End SNR

Dengan mengamsusikan bahwa T_x mengirimkan signal $s(t)$ selama time slot pertama dengan rata-rata power ϵ_i , dimana $i = 1, 2$ adalah per hop SNR menuju R_x melalui terminal relay. Dalam hal ini, $T_x - \text{Relay}$ sebagai hop pertama dan $\text{Relay} - R_x$ sebagai hop kedua. Selanjutnya, relay memberikan penguatan dengan menambahkan fixed gain G , sebagaimana dijelaskan pada [1] bahwa nilai nilai gain G diperoleh sebagai nilai ekivalen SNR γ_{eq} antara link $T_x - \text{Relay}$ dan $\text{Relay} - R_x$. Dengan demikian, end-to-end SNR pada masing-masing hop γ_1 dan γ_2 dapat didistribusikan secara eksponensial dengan masing-masing parameter $\bar{\gamma}_1 = \Omega_1 \frac{\epsilon_1}{N_{o1}}$ dan $\bar{\gamma}_2 = \Omega_2 \frac{\epsilon_2}{N_{o2}}$, dimana $\Omega_i = \alpha_i^{-2}$ ($i = 1, 2$ adalah nilai rata-rata daya fading pada i th hop). SNR instantaneous end-to-end pada terminal R_x ditentukan dengan persamaan berikut

$$\gamma_{eq} = \frac{\gamma_1 \gamma_2}{c + \gamma_2} \dots (6)$$

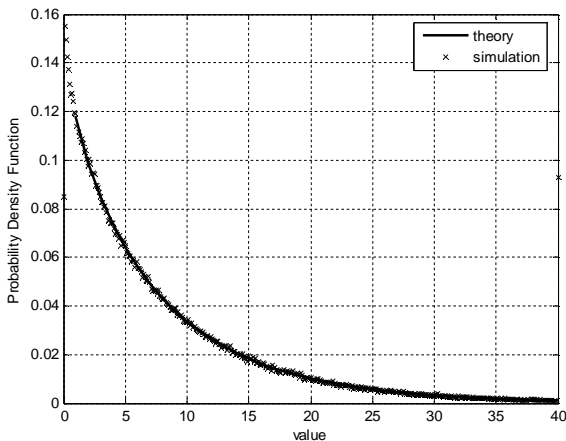
dimana dengan asumsi bahwa $c = 1 + \frac{\epsilon_1}{N_o}$ yaitu sebuah konstanta fixed G , dan link $T_x - \text{Relay} - R_x$ juga diasumsikan menjadi independent.

Sebagai tambahan, penentuan PDF secara teori untuk SNR end-to-end SNR khusus pada sistem fixed gain relay dapat diperoleh melalui,

$$p_{\gamma}(\gamma) = \frac{2}{\bar{\gamma}_1} \exp\left(\frac{-\gamma}{\bar{\gamma}_1}\right) \left[\frac{\sqrt{\frac{c\gamma}{\bar{\gamma}_1 \bar{\gamma}_2}} K_1\left(2\sqrt{\frac{c\gamma}{\bar{\gamma}_1 \bar{\gamma}_2}}\right) + \frac{c}{\bar{\gamma}_2} K_0\left(2\sqrt{\frac{c\gamma}{\bar{\gamma}_1 \bar{\gamma}_2}}\right) \right] \dots (7)$$

dimana $K_0(\cdot)$ adalah zeroth-order modifikasi dari fungsi Bessel.

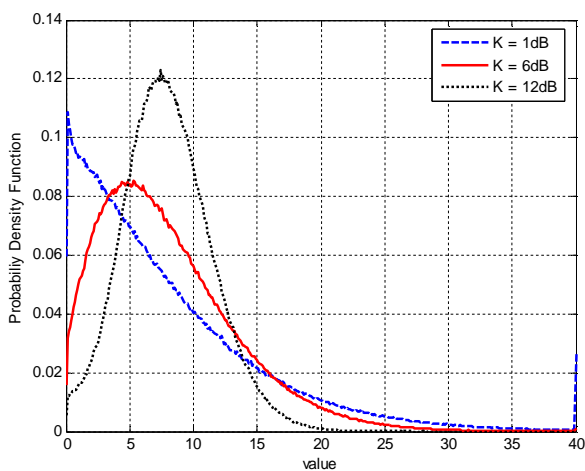
Gambar 7 menunjukkan PDF perbandingan hasil analisis teori dan simulasi *Montecarlo* pada instantaneous end-to-end SNR melalui Rayleigh fading. Gambar in diperoleh dengan menggunakan 500000 RV bit melalui realisasi amplitude fading α serta menetapkan nilai tetap $C = 1$ dan rata-rata total SNR pada masing-masing $\bar{\gamma}_1$ dan $\bar{\gamma}_2$ yaitu 10 dB.



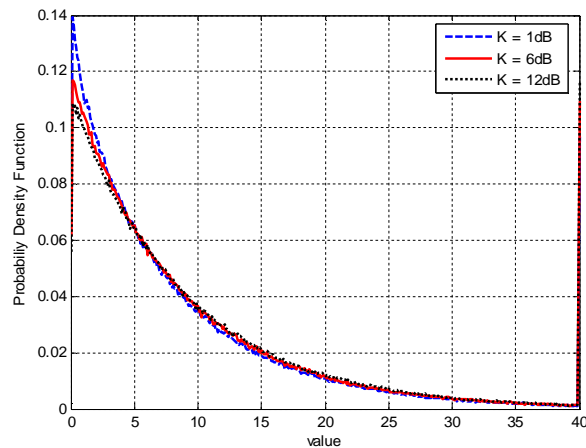
Gambar 7. Perbandingan antara hasil teori dan simulasi *Montecarlo* pada end-to-end SNR.

2. End-to-end SNR dengan Mixed Multipath Fading Channel

Dengan mengamsumsi adanya perbedaan fading channel pada masing-masing hop sesuai dengan skenario yang ditunjukkan pada Gambar 3, Gambar 8 menunjukkan karakteristik end-to-end SNR dengan terdapatnya LOS pada hop pertama (Rician distribusi) dan NLOS pada hop kedua (Rayleigh distribusi). Sedangkan Gambar 9 menunjukkan karakteristik end-to-end SNR dengan terdapatnya NLOS pada hop pertama (Rayleigh distribusi) dan LOS pada hop kedua (Rician distribusi). Dalam simulasi ini, variasi nilai faktor- K pada Rician model juga diperlihatkan pada gambar.



Gambar 8. PDF end-to-end SNR dengan distribusi Rician pada Tx - Relay dan distribusi Rayleigh pada Relay - Rx



Gambar 9. PDF end-to-end SNR dengan distribusi Rayleigh pada Tx - Relay dan distribusi Rician pada Relay - Rx

Berdasarkan kedua gambar di atas terlihat jelas pengaruh propagasi *multipath* melalui dual-hop transmisi pada sistem transmisi relay network. Dengan mengetahui karakteristik masing-masing fading channel yang digunakan dalam pemodelan ini, hal ini membantu dalam menyajikan hasil PDF end-to-end SNR melalui skenario yang berbeda pada masing-masing hop. Terlihat pada Gambar 8 dan 9 bahwa skenario terdapatnya LOS pada salah satu link, maka menunjukkan perbedaan performance PDF. Jika terdapat LOS pada link Tx - Relay, dari gambar terlihat perbedaan performance PDF end-to-end dari pengaruh faktor- K yang digunakannya. Sebaliknya, jika terdapat LOS pada link Relay - Rx terlihat bahwa perbedaan faktor- K menunjukkan karakteristik PDF end-to-end SNRnya hampir sama pada setiap titik plotting yang digunakan. Sehingga fungsi relay semakin jelas untuk digunakan dalam meningkatkan performance dalam sistem transmisi. Hal ini berarti pula bahwa LOS sangat menentukan performance sistem transmisi terutama peranan relay dalam mem-forward signal informasi dari Tx ke Rx .

SIMPULAN

Telah diperoleh hasil simulasi pemodelan *end-to-end SNR sistem wireless dual hop cooperative relay* melalui *mixed multipath fading channel*. Dengan mengetahui karakteristik model fading channel yang digunakan yaitu Rayleigh dan Rician, diperlukan untuk mengetahui end-to-end SNR pada Rx . Dengan memilih fixed-gain G pada terminal relay, menunjukkan bahwa terjadi

penguatan penerimaan signal pada Rx. Mixed multipath fading channel terjadi jika selama propagasi signal terdapat area LOS dan NLOS baik antara Tx – Relay dan Relay – Rx dengan asumsi bahwa Rician fading terjadi pada hop pertama dan Rayleigh fading terjadi pada hop kedua, dan sebaliknya,

Parsons, J. D., 1992, *The mobile radio propagation channel*, New York, Halste Press.

Simon, M. K. and M. S. Alouini, 2000, *Digital communication over fading channels: a unified approach to performance analysis*, Canada, John Wiley & Sons, Inc.

DAFTAR PUSTAKA

Hasna, M. O. and M.S. Alouini, *A performance study of dual-hop transmissions with fixed gain relays*, IEEE Trans. Wireless Comm., vol. 3, pp. 1963-1968, Nov. 2004.

Hasna, M. O. and M.S, Alouini, *Performance analysis of two-hop relayed transmissions over rayleigh fading channels*, in Proc. IEEE Vehicular Tech. Conf., vol. 4, pp. 1992-1996, Sept. 2002.